

# CONIC SEMESP

15º Congresso Nacional de Iniciação Científica

**TÍTULO:** UTILIZAÇÃO DO RASTREAMENTO DA ÍRIS COM O USO DE INTERFACE NATURAL PARA PESSOAS PORTADORAS DE TETRAPLEGIA

**CATEGORIA:** CONCLUÍDO

**ÁREA:** CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

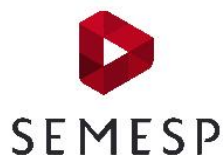
**SUBÁREA:** COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA

**INSTITUIÇÃO:** FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS

**AUTOR(ES):** LEONARDO FERNANDES, CAIO HENRIQUE BARBOSA AMARAL

**ORIENTADOR(ES):** JEFFERSON ANTONIO R. PASSERINI, MARIA BETANIA RICCI BOER

Realização:



Apoio:



## **1. RESUMO**

Diversas pessoas no mundo sofrem com algum tipo de deficiência motora, dificultando sua interação com o meio e impedindo de realizar atividades simples do cotidiano como se locomover. O objetivo do trabalho é criar uma ferramenta assistiva de interface natural com usuário que permita ao deficiente com tetraplegia o controle dos movimentos de sua cadeira de roda. Não é possível no âmbito desta pesquisa a aplicação desta interface em uma situação real, será desenvolvido um protótipo simples com arduino e três leds coloridas que se acenderão conforme o estímulo proposto pela interface que traduzirá o movimento dos olhos do deficiente. Além da interface se faz necessário o uso de uma câmera PlayStation®Eye com algumas modificações para capturar a imagem dos olhos do usuário sem imperfeições. Para a correção das imperfeições e ruídos da imagem obtida há a necessidade de aplicar os algoritmos de processamento de imagens digitais. Houve o controle satisfatório das leds pelo arduino a partir de comandos realizados pelo software que interpretou o movimento das pupilas do deficiente.

## **2. INTRODUÇÃO**

As pessoas em todo o mundo sofrem de várias deficiências físicas que as impedem de levar uma vida normal, diversas condições como Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), paralisia cerebral, lesão traumática do sistema nervoso central ou ainda um acidente vascular cerebral (AVC) pode resultar em perda de movimentos musculares no corpo, tornando-as um deficiente físico-motor.

No entanto, na maioria dos casos nem todas as partes do corpo estão paralisadas e o indivíduo pode ter movimentos voluntários limitados da cabeça, olhos ou língua e ainda pode ser capaz de sorrir ou piscar.

O desenvolvimento de tecnologias assistivas baseadas em dispositivos eletrônicos e software permite o desenvolvimento de interfaces naturais que possibilitam o deficiente interagir na sociedade inclusive operando dispositivos eletrônicos.

O controle de dispositivos eletrônicos pelo deficiente físico-motor permite a maior autonomia e independência, esse processo demonstra a evolução da interação entre humanos e estes dispositivos tecnológicos iniciando com os cartões perfurados, passando pelas linhas de comando e pelas interfaces gráficas dos modernos sistemas

operacionais, que necessitam do mouse para esta interação. Recentemente houve uma revolução com a massificação das telas de toque existentes em celulares e tablets ou ainda sensores de jogos eletrônicos que permitem uma interação mais natural do usuário utilizando o corpo humano como controle de seu jogo preferido.

O avanço tecnológico está presente, também, no processamento de imagens com rotinas simples como verificação de assinaturas em agências bancárias até operações mais complexas utilizadas por geólogos no mapeamento de territórios ou identificação de pessoas por suas características físicas.

Apoderando-se da explosão tecnológica, surgem as interfaces que permitem a utilização do corpo humano como dispositivo de controle de equipamentos e softwares são denominadas interface natural com o usuário e como se pode observar no cotidiano está cada vez mais difundida na sociedade.

A tetraplegia leva a perda de controle motor e sensibilidade dos membros superiores e inferiores do tronco, após uma lesão medular completa, os membros deixam de receber qualquer tipo de estímulo, porém em muitos casos há movimentos limitados da cabeça e pescoço podendo assim utilizar os olhos e a boca para se comunicarem ou realizar algum tipo de atividade.

Para pessoas com tetraplegia uma das únicas fontes confiáveis e convenientes de movimento voluntário é o movimento dos olhos, a ferramenta assistiva apropria-se do movimento dos olhos do indivíduo para controlar computadores e dispositivos, navegar na internet ou gerenciar o movimento da cadeira de rodas.

### **3. OBJETIVOS**

O objetivo do projeto é criar uma ferramenta assistiva de interface natural com usuário que permita que o deficiente com tetraplegia controle os movimentos de sua cadeira de rodas.

### **4. METODOLOGIA**

A abordagem para o desenvolvimento deste trabalho foi derivada de pesquisas na área de Interface Natural de Usuário (NUI), processamento de imagens digitais, desenvolvimento de software com a linguagem C# e do arduino que é uma

plataforma de hardware e software livre que simplifica a criação e prototipagem de projetos de eletrônica.

Como não é possível no âmbito desta pesquisa a aplicação desta interface em uma situação real foi desenvolvido um protótipo simples com arduíno e três leds coloridos que acenderão conforme o estímulo proposto pela interface desenvolvida. O protótipo com interface natural baseada no rastreamento do movimento da íris do olho do usuário permitirá o controle de um dispositivo luminoso que realizará ações específicas de acordo com os comandos gerados pela interface do sistema.

Esta ferramenta será baseada na captação de imagens pela câmera desenvolvida pela Sony para o vídeo game Playstation 3 a PlayStation®Eye. A câmera fará a captura da imagem do olho do usuário e a essa serão aplicados algoritmos de processamento de imagens para definição da posição da íris que será estimulada por uma interface computacional possibilitando o controle da cadeira de rodas para frente, esquerda, direita e parada.

## 5. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste trabalho está dividido em duas partes primárias, o software que realizará a captação do estímulo proveniente do movimento da íris do olho do usuário através de uma câmera, o processamento desta imagem digital e a geração de comandos que serão executados por um hardware.

O hardware envolvido no projeto será uma câmera PlayStation®Eye com modificações e um modelo baseado na plataforma de prototipação aberta arduino que responderá aos comandos gerados pelo software controlador.

A captação da imagem que permitirá o rastreamento da íris do olho será realizada pela câmera PlayStation®Eye, conforme a figura 1, segundo Gonzalez e Woods (2010), uma imagem de acordo com o ponto de vista computacional pode ser representada como uma matriz que, em seus índices de coluna e linha, representa um ponto de imagem, também chamados de elemento da figura (pixel) ou elemento da imagem.

Figura 1 – Camera PlayStation®Eye.



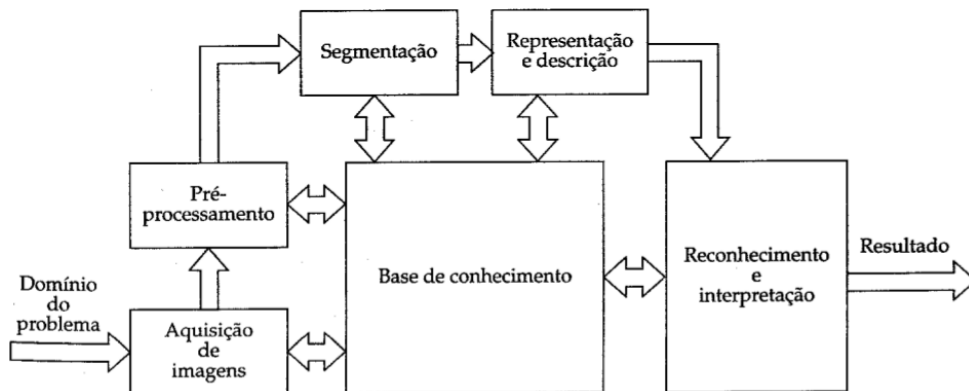
Fonte: Os Autores

Para Gonzalez e Woods (2010) a imagem digital é representada matematicamente a imagem digital como uma função bidimensional,  $f(x, y)$ , onde  $x$  e  $y$  denotam uma coordenada espacial na imagem, e o  $f$  representa um valor no pixel, que diferencia tipos de imagem: colorida, binária e tons de cinza.

A imagem digital em tons de cinza pode ser representada matematicamente por:  $f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y)$ . Onde  $f(x, y)$  representa o valor do pixel na posição de  $x$  e  $y$  que recebe  $i(x, y)$  a iluminação daquele ponto multiplicado por  $r(x, y)$  que se refere à refletância do objeto da imagem (GONZALEZ; WOODS, 2010).

As partes que compõem um sistema de processamento de imagem digital, conforme a figura 2 são: aquisição, armazenamento, processamento, exibição e transmissão. Essas cinco partes são encontrados tanto em sistemas de processamento de imagem digital de baixo custo como também em sistemas sofisticados (MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999; GONZALEZ; WOODS, 2010).

Figura 2: Etapas no processamento de imagens digitais.

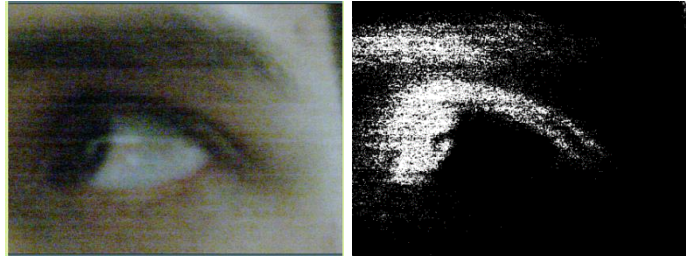


Fonte: Gonzalez; Woods, 2010.

Nesse trabalho observa-se essas etapas durante o processo de desenvolvimento do software controlador.

A aquisição da imagem, figura 3, possui muitos ruídos que interferem na extração do estímulo a ser trabalhado que é a posição da íris naquele instante, como os cílios e outros detalhes deste olho.

Figura 3 – Olho captado pelo dispositivo desenvolvido.



Fonte: Os Autores

Assim se faz necessário melhorar o processo de aquisição da imagem, para isto a câmera deverá ser colocada em uma posição próxima ao olho do usuário reduzindo o número de elementos possíveis durante a captação da imagem, na figura 4 podemos observar a câmera desmontada e seu sensor CCD.

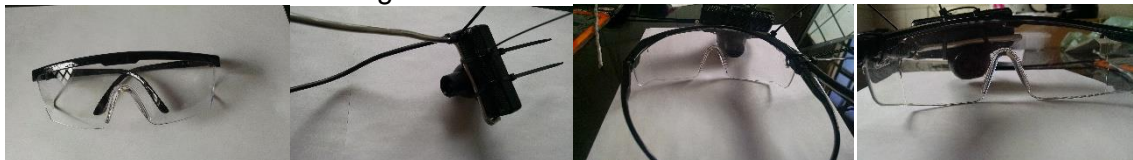
Figura 4 – Detalhes da Câmera utilizado e seu sensor CCD.



Fonte: Os Autores

Para que a captura ocorra em uma posição adequada, foi montado um óculos que irá fixar a câmera próximo ao rosto do usuário conforme figura 5.

Figura 5 – Óculos com a Câmera



Fonte: Os Autores

Para o desenvolvimento do software foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Visual Studio 2013 com a linguagem de programação C#, para as rotinas de processamento de imagem foi utilizada a biblioteca de funções Aforge.NET que é desenvolvida em C # com código fonte aberto projetado para desenvolvedores e pesquisadores nas áreas de visão computacional e inteligência artificial e processamento de imagens, redes neurais, algoritmos genéticos, lógica fuzzy, aprendizagem de máquina, robótica (Aforge.NET, 2015).

Após a captura da imagem gerada através do processo captura, a mesma é tratada para eliminação de outros ruídos que possam interferir na identificação da direção da íris, este tratamento pode ser observado na figura 6.

O primeiro método de processamento da imagem aplicado inverte as cores da imagem para isto é instanciado o método “imgInverter()” que pertence a classe “AForge.Imaging.Filters”.

Também é aplicado o filtro “Grayscale.CommonAlgorithms.BT709” que também pertence a mesma classe anteriormente citada e vai garantir que nossa imagem esteja apenas em tons de cinza.

Após é aplicado o filtro “Threshold(220)” que determina um limiar para a conversão de nossa imagem em tons de cinza para uma imagem binária, composta somente por preto e branco, de forma que os pixels com intensidades maiores que 220 ficam brancos e os menores pretos.

Figura 6 – Exemplo do Processamento realizado.



Fonte: Os Autores

Quadro 1 – Código C# + AForge para processamento de imagens

```
Invert imgInverter = new Invert();  
aq = imgInverter.Apply(aq);  
IFilter filter = Grayscale.CommonAlgorithms.BT709;  
aq = filter.Apply(aq);  
Threshold th = new Threshold(220);  
aq = th.Apply(aq);
```

Fonte: Os Autores

Seguinte a captura e processamento da imagem, deve-se segmentar e identificar a informação necessária para determinar a correta interpretação da intenção do usuário.

Após tratar é necessário encontrar o maior objeto da cor branca na imagem, definir as posições deste objeto e o tamanho, com estas informações cria-se um método que utiliza a estrutura de decisão “se”, que compara os dados obtidos para retornar a um outro método sua posição.

Quadro 2 – Código C# + AForge para extração da íris.

```
BlobCounter b1 = new BlobCounter(aq);  
int i = b1.ObjectsCount;  
ExtractBiggestBlob fil2 = new ExtractBiggestBlob();  
fil2.Apply(aq);
```

Fonte: Os Autores

Define-se as posições da imagem, o objeto x e y é a posição que se encontra o maior objeto definido na função anterior, logo após é definido a altura (h) e a largura (l) do maior objeto, diferente do objeto altura e largura, este utiliza de toda a imagem, conforme o quadro 3.

Quadro 3 – Código C# + AForge determinação da posição da íris.

```
if (i > 0){ x = fil2.BlobPosition.X;
           y = fil2.BlobPosition.Y;
           h = fil2.Apply(aq).Height;
           l = fil2.Apply(aq).Width;
        }
```

Fonte: Os Autores

No quadro 4 é identificado, se a pupila está posicionada a direita, no centro ou a esquerda, utiliza-se da largura total da imagem dividido por 6. O resultado desta divisão é o parâmetro para definir qual é o limite das áreas que definem o posicionamento, ou seja o tamanho da área da esquerda, da direita e do centro.

Quadro 4 – Código C# + AForge determinação da posição da íris.

```
double tamQuadradoComparacao = largura / 6;
int comp = x + (l / 2);
```

Fonte: Os Autores

No quadro 5 verificamos a posição da pupila, a partir de todos os resultados colhidos, é definido se a pupila está à direita, a esquerda, meio ou se não reconheceu ela, é o parâmetro de retorno da função que define como vai ser usado, em outras funções.

Quadro 5- Código C# + AForge determinação da posição da pupila.

```
if ((comp < (tamQuadradoComparacao*3)) && (comp > 0))
{posicao = "Esquerda";pArduino = "E";}
if ((comp > (tamQuadradoComparacao * 3)) && (comp < (tamQuadradoComparacao * 4.5)))
{posicao = "Meio";pArduino = "M";}
if ((comp > (tamQuadradoComparacao * 4.5)) && (x < largura))
{posicao = "Direita";pArduino = "D";}
if (l == 0 )
{posicao = "Parado";pArduino = "P";}
```

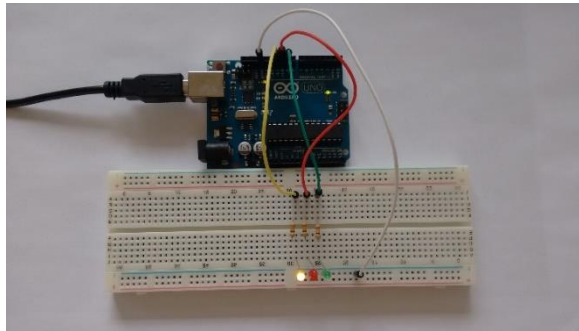
Fonte: Os Autores

Com todos os resultados colhidos, é definido se a pupila está à direita a esquerda com este parâmetro definimos o comportamento do protótipo construído com o arduino, conforme figura 7. O sistema enviará para o arduino uma variável com



a posição identificada pela câmera, ao receber esta variável e ela se encaixar em uma das condições de direção programada no arduino um dos três leds acenderão, sendo possível visualizar para qual direção o usuário olhou, caso não seja identificada nenhuma movimentação nenhum dos leds acenderão.

Figura 7 – Protótipo com arduino.



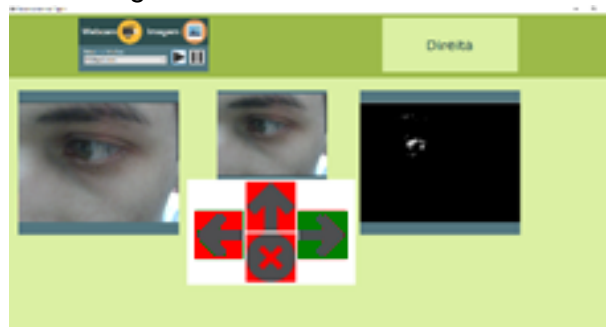
Fonte: Os Autores

## 6. RESULTADOS

Como resultado do experimento realizado se obteve o controle satisfatório dos leds controlado pelo arduino a partir de comandos realizados pelo software que foram previamente interpretados das imagens geradas o olho do usuário.

Para isto foi desenvolvido o software com uma interface que forneça informações adequadas ao usuário como podemos observar na figura 8.

Figura 8 – Interface do Software



Fonte: Os Autores

A câmera para a captação da imagem do olho, foi adaptada em uns óculos de forma a fornecer conforto e uma posição adequada a obtenção dos dados biométricos do usuário para a tomada de decisão pelo software. Podemos observar o aparelho montado e sendo utilizado pelo usuário na figura 9.

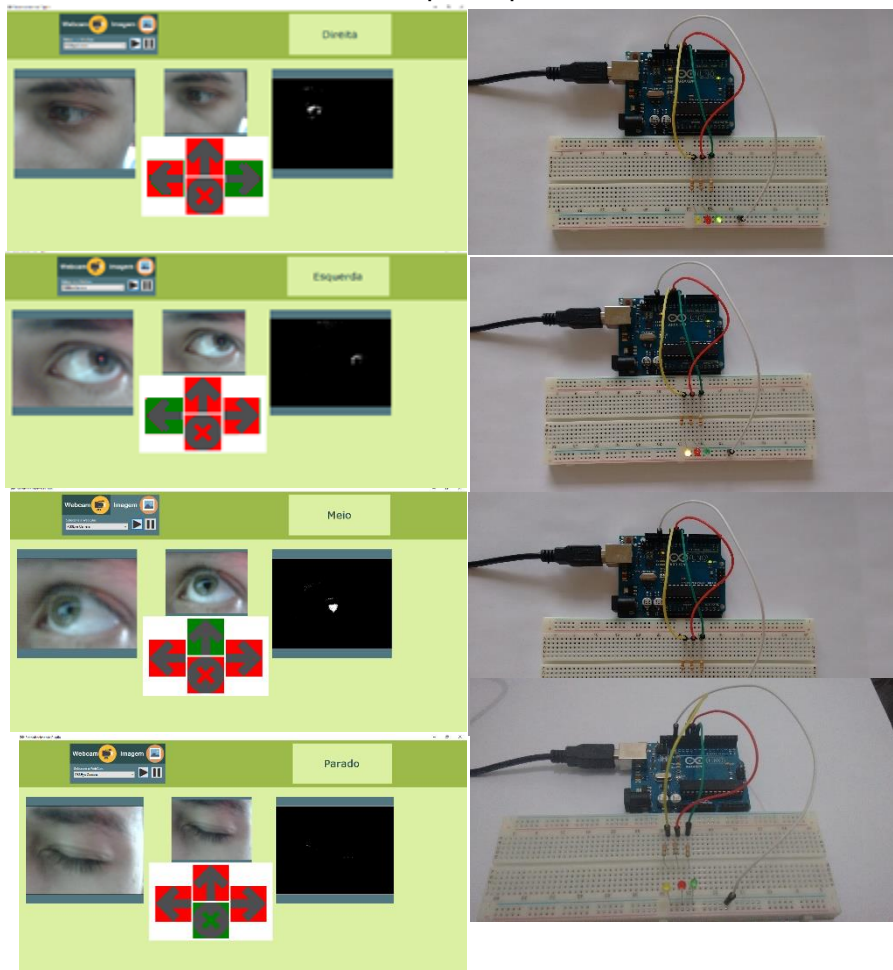
Figura 9 – Utilização dos óculos com câmera



Fonte: Os Autores

Na figura 10, podemos observar o resultado da interação do software identificando a posição da íris do usuário e o led respondendo a contento no protótipo construído.

Figura 10 – Software reconhecendo as posições da íris do usuário e ocasionando as ações sobre os leds do protótipo em arduino.



Fonte: Os Autores

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do projeto descrito neste artigo não ter sido implementado em um caso real, ou seja, aplicado a uma cadeira de rodas, nota-se que houve a execução de comandos gerados a partir de uma interface natural com usuário em um modelo controlado pelo arduino.

Foi possível realizar a captação dos estímulos do usuário através de uma câmera e aplicar algoritmos de processamento de imagens que possibilitaram identificar qual o comando que deveria ser executado.

A utilização da interface natural com o usuário como ferramenta de inclusão deve ser estudada e aplicada com o intuito de melhorar a qualidade de vida e autonomia a pessoas com necessidades especiais.

Conclui-se que apesar de ser um protótipo, se implementado em um caso real para a locomoção de tetraplégicos em uma cadeira de rodas, esse teria autonomia e independência de se locomover em pequenas distancias.

## 8. FONTES CONSULTADAS

AFORGE.NET. **AForge.Net Framework**. Disponível em:  
<<http://www.aforgenet.com/framework/>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

ARDUINO. Placa Arduino Uno. Disponível em:  
<<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: 05 ago. 2015.

GONZALEZ, Rafael; WOODS, Richard. **Processamento digital de imagens**. Trad. Cristina Yamagami e Leonardo Piamonte. 3..ed. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2010.

MARQUES FILHO, Ogê; VIEIRA NETO, Hugo. **Processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro : Brasport, 1999.